

51

Int. Cl.:

F 04 d, 29/56

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



52

Deutsche Kl.:

27 c, 12/20

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 141 262

Aktenzeichen: P 21 41 262.4

Anmeldetag: 18. August 1971

Offenlegungstag: 22. Februar 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Verdichter

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Daimler-Benz AG, 7000 Stuttgart

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Happel, Robert, 7013 Oeffingen

ORIGINAL INSPECTED

2.73 309 808/595

6/70

2141262

Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
Stuttgart-Untertürkheim

Daim 8621/4

17. Aug. 1971

## "Verdichter"

Die Erfindung bezieht sich auf einen Verdichter, aus dessen Laufrad das Fördermittel mit Überschallgeschwindigkeit in einen verstellbaren Diffusor einströmt.

Bei einem bekannten Zentrifugalverdichter der genannten Bauart wird das Laufrad konzentrisch von einer Leitvorrichtung umschlossen. Dadurch ergibt sich ein Verdichter mit einem sehr großen Durchmesser, dessen Einbau bei beschränkten Raumverhältnissen Schwierigkeiten bereitet. Es ist Aufgabe der Erfindung, diesen Nachteil zu beseitigen und einen Verdichter zu schaffen, der sich durch eine gedrängte Bauweise und überdies durch geringes Gewicht auszeichnet. Dabei soll der Verdichter ein hohes Druckverhältnis bei gutem Wirkungsgrad erzielen, so daß man möglichst mit einer Verdichterstufe auskommt. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, daß der von dem Gehäuse und dem Nabenkörper des Laufrades begrenzte Ringkanal, in dem die Verdichterschaukeln arbeiten, aus einem axialen Eintrittsteil in einen im wesentlichen radialen Mittelteil und weiter in einen axialen Austrittsteil übergeht, an den sich axial ein Überschall-Diffusor anschließt, dessen in Umfangsrichtung liegende Wände jeweils an ihrer Innenseite von einem Rotationskörper begrenzt werden, dessen erzeugende Mantellinie aus einem auswärts gekrümmten Parabelabschnitt und einem anschließenden einwärts gekrümmten Kreisbogen gebildet wird, wobei die Seitenwände jedes Dif-

309808/0595

-2-

fusorkanales, von denen mindestens eine schwenkbar im Gehäuse gelagert ist, in einem ersten, im wesentlichen konvergenten Abschnitt aus ebenen Wandteilen und in einem zweiten, divergenten Abschnitt aus parabelförmig in eine axiale Richtung gekrümmten Wandteilen zusammengesetzt sind. Die genannten Merkmale ergeben einen Verdichter, der durch die besondere Gestalt seiner Kanäle im Bereich des Laufrades und in dem axial anschließenden Überschall-Diffusor bei hohem Druckverhältnis und gutem Wirkungsgrad eine gedrängte und leichte Bauweise ermöglicht.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Strömung des Fördermittels im Bereich des Überganges vom Laufrad in den Überschall-Diffusor dadurch besonders günstig beeinflusst, daß zwischen Laufschaufeln, die sich vom Eintrittsteil bis zum Austrittsteil des Ringkanales erstrecken, kurze Laufschaufeln im Umfangsbereich des Laufrades angeordnet sind.

Erfindungsgemäß ist eine Seitenwand jedes Diffusorkanales mit einer radial im Gehäuse gelagerten Welle verbunden, an deren äußeren Ende ein Zahnradsegment befestigt ist, das mit einem Zahnkranz eines gemeinsamen Stellringes kämmt. Diese Maßnahme erlaubt auf eine besonders einfache und zuverlässige Art die Anpassung der Querschnitte der Diffusorkanäle an die Betriebszustände des Verdichters.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.  
Es zeigen

Fig. 1      einen Schnitt durch einen Verdichter nach  
              der Linie I-I der Fig. 3,

- Fig. 2 die Vorderansicht des Laufrades dieses Verdichters,
- Fig. 3 die Abwicklung eines Schnittes durch einen Teil des Verdichters nach der Linie III-III der Fig. 1 in vergrößertem Maßstab und
- Fig. 4 die Abwicklung eines Teiles des Laufradumfangs eines weiteren Verdichters.

Der in den Fig. 1 bis 3 gezeigte Verdichter hat die Aufgabe, Luft auf sehr hohe Drücke zu verdichten. Er besteht aus einem Laufrad 11, einem Gehäuse 12 und einem Überschall-Diffusor 13. Das Gehäuse 12 setzt sich aus einem Gehäuseteil 14 und einem Gehäuseteil 15, mit dem der Überschall-Diffusor 13 verbunden ist, zusammen. Das Laufrad 11 ist auf einer Welle 16 befestigt, die im Gehäuseteil 15 gelagert ist. Der Gehäuseteil 14 bildet zusammen mit dem Nabenkörper 17 des Laufrades 11 einen Ringkanal 18, der aus einem axialen Eintrittsteil 19 in einen im wesentlichen radialen Mittelteil 20 und weiter in einen axialen Austrittsteil 21 übergeht. Im Ringkanal 18 arbeiten am Nabenkörper 17 des Laufrades 11 angeordnete Schaufeln 22 und 23. Die Schaufeln 22 erstrecken sich vom Eintrittsteil 19 bis zum Austrittsteil 21 des Ringkanales 18, während die kürzeren Schaufeln 23 lediglich im Umfangsbereich des Laufrades 11 angebracht sind. Zwischen zwei durchgehenden Schaufeln 22 sind jeweils vier kurze Schaufeln 23 angeordnet. Die Profile sämtlicher Schaufeln sind im Umfangsbereich des Laufrades 11 zur weiteren Erhöhung der Geschwindigkeitsenergie der Luft gewölbt.

An den Ringkanal 18 schließt sich axial der Überschall-Diffusor 13 an, an dessen Umfang Diffusorkanäle 24 angeordnet sind. Die beiden in Umfangsrichtung liegenden Wände 25 und 26 jedes Diffusorkanales 24 werden jeweils an ihrer Innenseite von einem Rotationskörper begrenzt, dessen erzeugende Mantellinie aus einem auswärts gekrümmten Parabelabschnitt 27 bzw. 28 und aus einem daran anschließenden einwärts gekrümmten Kreisbogen 29 bzw. 30 gebildet wird. Die beiden Kreisbogen 29 bzw. 30 haben dabei den gleichen Mittelpunkt, so daß der in diesem Bereich zwischen den Wänden 25 und 26 liegende Raum einem Ausschnitt aus einer Kugelschale entspricht.

Die Seitenwände 31 und 32 jedes Diffusorkanales 24 sind jeweils in einem ersten, im wesentlichen konvergenten Abschnitt 33 aus ebenen Wandteilen 34, 35 und 36 bzw. 37 und 38 und in einem zweiten divergenten Abschnitt 39 aus parabelförmig in eine axiale Richtung gekrümmten Wandteilen 40 bzw. 41 zusammengesetzt.

Der größte Teil der Seitenwand 31 ist an einem Drosselkörper 42 angeordnet, der mit einer Welle 43 drehfest verbunden ist. Die in einem Lager 44 radial im Gehäuseteil 15 gelagerte Welle 43 trägt an ihrem äußeren Ende ein Zahnradsegment 45, das mit dem Zahnkranz 46 eines Stellringes 47 kämmt. Durch Drehen des Stellringes 47 können die Seitenwände 31 sämtlicher Diffusorkanäle 24 zwischen zwei Endstellungen geschwenkt werden. Auf diese Weise lassen sich die Durchgangsquerschnitte sämtlicher Diffusorkanäle 24 gleichzeitig verändern. Damit die Seitenwand 31 jedes Diffusorkanales 24 in jeder Stellung dicht an den Wänden 25 und 26 anliegt, hat der Drosselkörper 42 im Bereich des Diffusorkanales 24 die Gestalt einer Kugelschale.

Wie die in Fig. 4 gezeigte Abwicklung eines Teiles des Umfanges des Laufrades 48 eines weiteren Verdichters erkennen läßt, können die Profile der Schaufeln 49 und 50 am Radumfang auch geradlinig ausgeführt sein. Die Schaufeln können auch, wie bei Radialläufern bekannt, in Drehrichtung vorwärts oder rückwärts gekrümmt sein. Die Zahl der jeweils zwischen zwei durchgehenden Schaufeln angeordneten kurzen Schaufeln richtet sich im Einzelfall nach der Größe des Laufrades und den Strömungsverhältnissen im Verdichter.

Beim Betrieb des Verdichters wird die in Pfeilrichtung angesaugte Luft durch das mit hoher Drehzahl angetriebene Laufrad 11 im Ringkanal 18 auf eine Geschwindigkeit beschleunigt, die über der örtlichen Schallgeschwindigkeit liegt. Das axiale Austrittsteil 21 des Ringkanales 18 bewirkt, daß die Luft nicht, wie bei Radialverdichtern, in der Ebene des Laufrades nach außen geschleudert wird, sondern eine axiale Geschwindigkeitskomponente erhält, die zu einem geradlinigen Einströmen in den axial an den Ringkanal 18 anschließenden Überschall-Diffusor 13 führt.

Die am Umfang des Laufrades 11 angeordneten Schaufeln 23 beseitigen weitgehend die vom radialen Mittelteil 20 des Ringkanales 18 ausgehenden Störungen wie Grenzschichtablösung und Wirbelbildung und bewirken nach einer Gleichrichtung der Strömung im axialen Austrittsteil 21 ein glattes Einströmen in den Überschall-Diffusor 13. Weiterhin führt die große Schaufelzahl zu einer hohen Anströmfrequenz der einzelnen Diffusorkanäle 24, die die an deren Eingang ausgelösten Verdichtungsstöße günstig beeinflusst und damit die Stabilität der Verdichtung in einem wei-

ten Drehzahlbereich unterstützt. Außerdem wird der Übergang von Verdichtungs- oder Verdünnungswellen vom Überschall-Diffusor 13 in das Laufrad 11 verhindert und damit deren störender Einfluß auf die Strömung am Ausgang des Laufrades 11 ausgeschaltet.

Die in Höhe des Austrittsteiles 21 des Ringkanales 18 unter einem Winkel  $\alpha$  zur Laufradebene in die Diffusorkanäle 24 einströmende Luft bewegt sich bis etwa zur halben Tiefe des Überschall-Diffusors 13 auf Parallelebenen zur Verdichterachse geradlinig weiter und wird dann entsprechend dem parabelförmigen Verlauf der Wandteile 40 und 41 mit gutem Wirkungsgrad in eine axiale Richtung umgelenkt, in der sie aus dem Überschall-Diffusor 13 austritt. Beim Durchströmen jedes Diffusorkanales 24 wird jeweils in dessen konvergentem Abschnitt 33 ein Teil der Geschwindigkeitsenergie der Luft in bekannter Weise durch eine Stoßkombination aus schrägen Verdichtungsstößen und einem senkrechten Verdichtungsstoß in Druckenergie umgewandelt. In Fig. 3 sind diese Verdichtungsstöße in einem der Diffusorkanäle 24 durch strichpunktiierte Linien angedeutet. Die Luft wird bei der damit verknüpften stufenweisen Verzögerung von der Überschallgeschwindigkeit auf die örtliche Schallgeschwindigkeit im engsten Querschnitt jedes Diffusorkanales 24 gebracht. Beim anschließenden Durchströmen des divergenten Abschnittes 39 wird die Luft auf Unterschallgeschwindigkeit stetig verzögert. Der Druck der Luft wird dabei noch weiter gesteigert.

Beim Start des Verdichters steht der Drosselkörper 42 in der in Fig. 3 gezeigten strichpunktiierten Stellung, in der die Seitenwand 31 am Drosselkörper 42 einen großen Durchgangsquerschnitt freigibt. Mit steigender Drehzahl und damit anwachsender Verdichtung wird der Durchgangs-

querschnitt durch Schwenken des Drosselkörpers 42 durch die Welle 43, das Zahnradsegment 45 und den Zahnkranz 46 am Stellring 47 stetig weiter gedrosselt, bis der Drosselkörper 42 bei der Betriebsdrehzahl des Verdichters die dargestellte Stellung einnimmt, in der die Verdichtung ihren Höchstwert erreicht. Die Verstellung des Drosselkörpers 42 kann selbständig in Abhängigkeit einer Betriebsgröße des Verdichters, z. B. der Drehzahl, erfolgen.



## Ansprüche

1. Verdichter, aus dessen Laufrad das Fördermittel mit Überschallgeschwindigkeit in einen verstellbaren Diffusor einströmt, dadurch gekennzeichnet, daß der von dem Gehäuse (14) und dem Nabenkörper (17) des Laufrades (11) begrenzte Ringkanal (18), in dem die Verdichterschaufeln (22, 23) arbeiten, aus einem axialen Eintrittsteil (19) in einen im wesentlichen radialen Mittelteil (20) und weiter in einen axialen Austrittsteil (21) übergeht, an den sich axial ein Überschall-Diffusor (13) anschließt, dessen in Umfangsrichtung liegende Wände (25, 26) jeweils an ihrer Innenseite von einem Rotationskörper begrenzt werden, dessen erzeugende Mantellinie aus einem auswärts gekrümmten Parabelabschnitt (27 bzw. 28) und einem anschließenden einwärts gekrümmten Kreisbogen (29 bzw. 30) gebildet wird, wobei die Seitenwände (31 und 32) jedes Diffusorkanales (24), von denen mindestens eine (31) schwenkbar im Gehäuse (15) gelagert ist, in einem ersten, im wesentlichen konvergenten Abschnitt (33) aus ebenen Wandteilen (34 bzw. 38) und in einem zweiten, divergenten Abschnitt (39) aus parabelförmig in eine axiale Richtung gekrümmten Wandteilen (40 und 41) zusammengesetzt sind.
2. Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Laufschaufeln (22, 49), die sich vom Eintrittsteil (19) bis zum Austrittsteil (21) des Ringkanales (18) erstrecken, kurze Laufschaufeln (23, 50) im Umfangsbereich des Laufrades (11) angeordnet sind.

3. Verdichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Seitenwand (31) jedes Diffusorkanales (24) mit einer radial im Gehäuse gelagerten Welle (43) verbunden ist, an deren äußeren Ende ein Zahnradsegment (45) befestigt ist, das mit einem Zahnkranz (46) eines gemeinsamen Stellringes (47) kämmt.

-11-

2141262 X

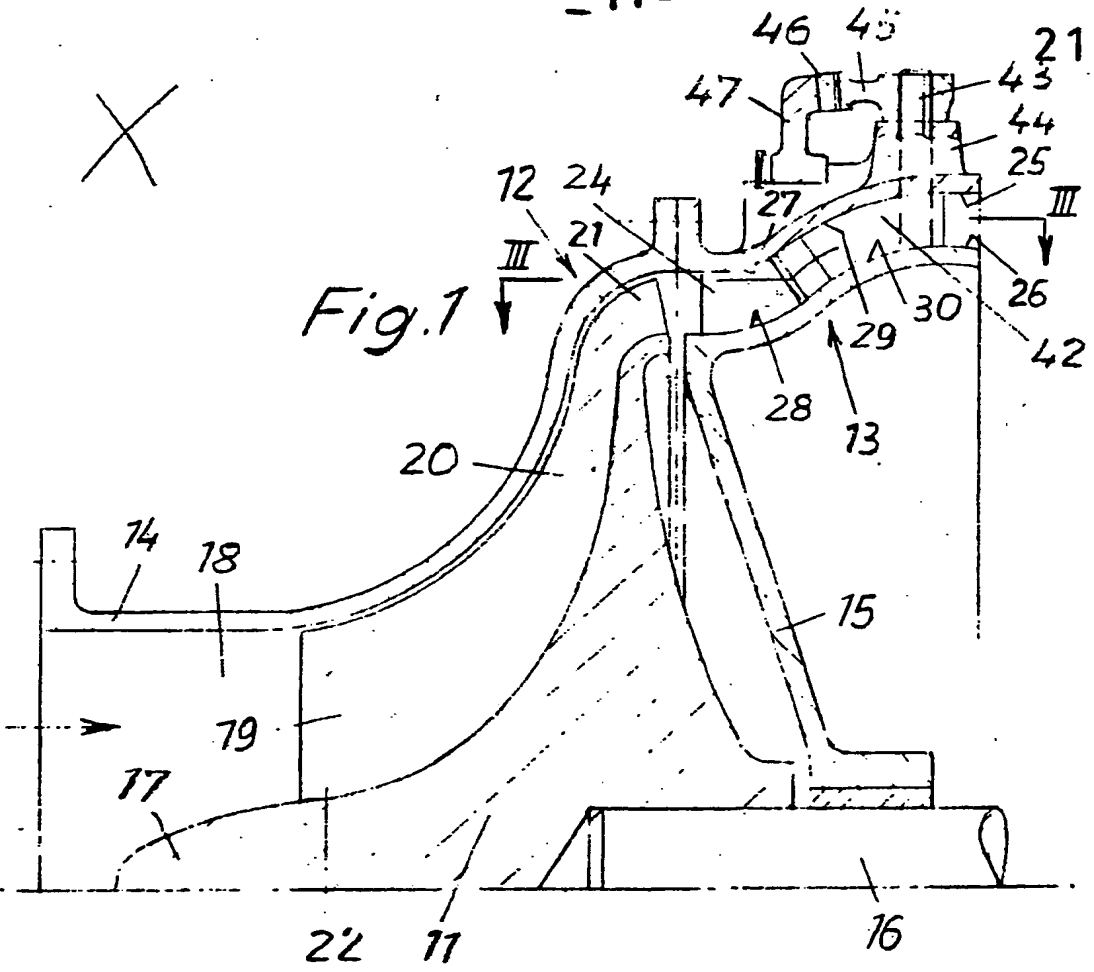
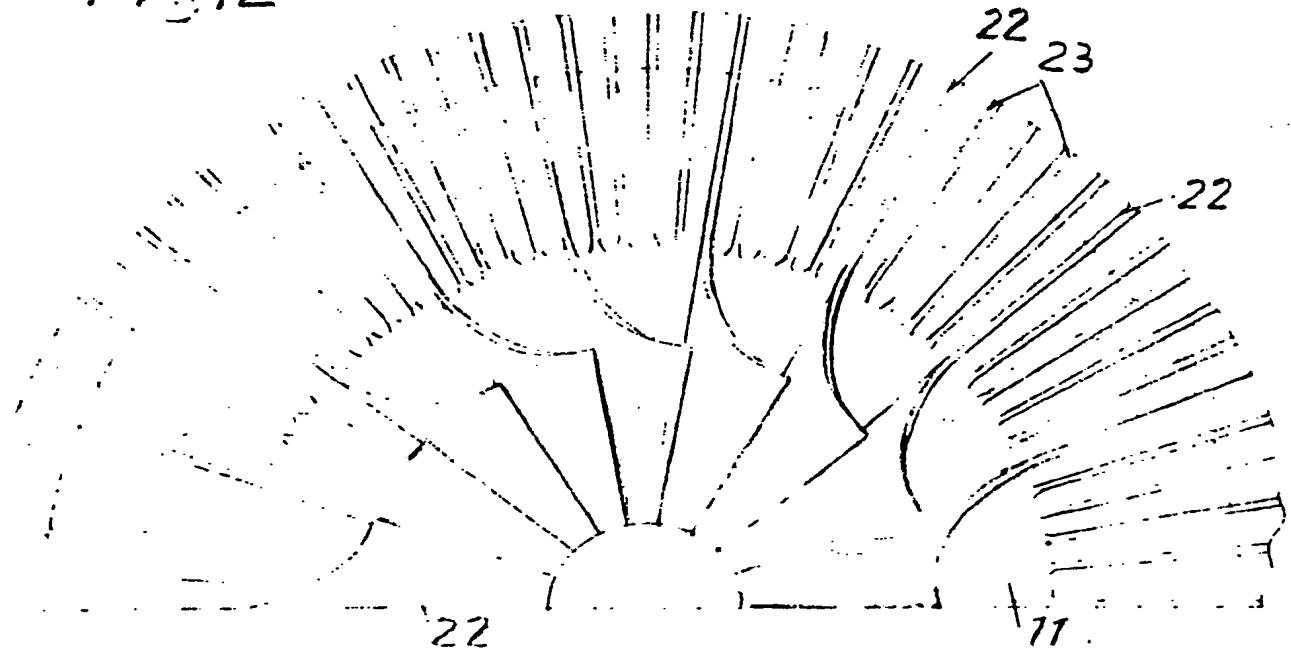


Fig. 2



309808/0595

12-90

AT: 1. .71

DT: 22.02.71

